

TOMO XXXVIII

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Nº 5

BUENOS AIRES

REPUBLICA ARGENTINA

Comunicación
del Académico de Número Ing. Agr. JUAN J. BURGOS
sobre
El Clima en la Producción
de Alimentos en América Latina



SESION ORDINARIA
del
8 de Agosto de 1984

**ACADEMIA NACIONAL
DE AGRONOMIA Y VETERINARIA**

Fundada el 16 de Octubre de 1909

Avenida Alvear 1711

Buenos Aires

MESA DIRECTIVA

Presidente	Dr. ANTONIO PIRES
Vicepresidente	Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Secretario General	Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Secretario de Actas	Dr. ALFREDO MANZULLO
Tesorero	Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Protesorero	Dr. JOSE MARIA QUEVEDO

ACADEMICOS DE NUMERO

Dr. HECTOR G. ARAMBURU
Dr. ALEJANDRO BAUDOU
Ing. Agr. JUAN J. BURGOS
Dr. ANGEL CABRERA
Ing. Agr. EWALD A. FAVRET
Dr. GUILLERMO G. GALLO
Dr. ENRIQUE GARCIA MATA
Ing. Agr. RAFAEL GARCIA MATA
Dr. MAURICIO B. HELMAN
Ing. Agr. JUAN H. HUNZIKER
Ing. Agr. DIEGO J. IBARBIA
Ing. Agr. WALTER F. KUGLER
Dr. ALFREDO MANZULLO
Ing. Agr. ICHIRO MIZUNO
Dr. EMILIO G. MORINI
Dr. ANTONIO PIRES
Ing. Agr. EDUARDO POUS PEÑA
Dr. JOSE MARIA R. QUEVEDO
Ing. Agr. ARTURO E. RAGONESE
Dr. NORBERTO P. RAS
Ing. Agr. MANFREDO A. L. REICHART
Ing. Agr. LUIS DE SANTIS
Ing. Agr. ALBERTO SORIANO
Dr. EZEQUIEL C. TAGLE

ACADEMICO HONORARIO

Ing. Agr. Dr. NORMAN BORLAUG

ACADEMICOS CORRESPONDIENTES

Dr. TELESFORO BONADONNA (Italia)
Ing. Agr. GUILLERMO COVAS (Argentina)
Dr. CARLOS RUIZ DE CUENCA (España)
Sir WILLIAM M. HENDERSON (Gran Bretaña)
Ing. Agr. ANTONIO KRAPOVICKAS (Argentina)
Ing. Agr. ARMANDO T. HUNZIKER (Argentina)
Dr. OSCAR LOMBARDERO (Argentina)
Ing. Agr. JORGE . LUQUE (Argentina)
Dr. HORACIO E. MAYER (Argentina)
Ing. Agr. ANTONIO M. NASCA (Argentina)
Ing. Agr. LEON NIJENSOHN (Argentina)
Dr. CHARLES G. POPPENSIEK (Estados Unidos)
Ing. Agr. RUY BARBOSA P. (Chile)

EL CLIMA EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS EN AMERICA LATINA *

Académico de Número Ing. Agr. JUAN J. BURGOS

I. PROSPECCION SOBRE LAS NECESIDADES DE ALIMENTOS EN AMERICA LATINA

a) Evolución histórico-económica de América Latina

No es un hecho ignorado, tanto en las élites intelectuales como en amplios ambientes populares de mediana cultura del mundo, que América Latina además de poseer un marco geográfico bien definido, configura una realidad social con múltiples facetas que le son características y que contribuyen a expresarla como una comunidad nítida y homogénea.

La capacidad natural del territorio latinoamericano ofreció las condiciones indispensables para el desarrollo de antiguas civilizaciones, del mismo origen étnico, entre las cuales se pueden citar la olmeca, tolteca, maya y azteca en Mesoamérica, y la chimú, chibcha e incaica en Sudamérica, comparables con

las mejores culturas humanas coetáneas de la Tierra. Común a Latinoamérica fue la conquista, desculturización y colonización por los poderosos imperios latino-ibéricos durante los siglos XV, XVI, XVII y XVIII, así como el aporte y mezcla de la sangre y cultura de África negra. Del mismo modo, casi la totalidad de los países latinoamericanos constituyeron naciones independientes al declinar los imperios dominantes frente a la invasión de los ejércitos napoleónicos y el auge económico y colonial anglosajón en el siglo XIX.

De esta forma Latinoamérica, a pesar de su relativamente temprana independencia, siguió durante el siglo XIX y en lo que va del XX ligada cultural y económicamente a Europa Occidental y a su esfera de intercambio. Sin embargo, los países latinoamericanos se mantuvieron como países productores de materias primas o de productos industriales subsidiarios de países industrializados. Las dos úl-

* Trabajo presentado en la Conferencia sobre el Clima de América Latina y el Caribe, organizada por el Programa Mundial del Clima de la Organización Meteorológica Mundial en Paipa, Colombia, en diciembre de 1983.

timas grandes guerras, no fueron lo suficientemente grandes ni destructoras como para revertir esta situación y hoy, los países latinoamericanos —que no han agotado aún las fuentes de sus recursos naturales renovables, ni conocen el inventario de los percederos— se agrupan entre los países denominados “en desarrollo”, “del tercer mundo”, “del Sur”, en contraposición a los desarrollados del Hemisferio Norte. Estos y otros eufemismos, sólo pretenden atenuar la distancia cada vez mayor que estos pueblos tienen que recorrer para alcanzar el nivel de bienestar económico de los países altamente industrializados.

b) Disponibilidad y deficiencia de alimentos en América Latina

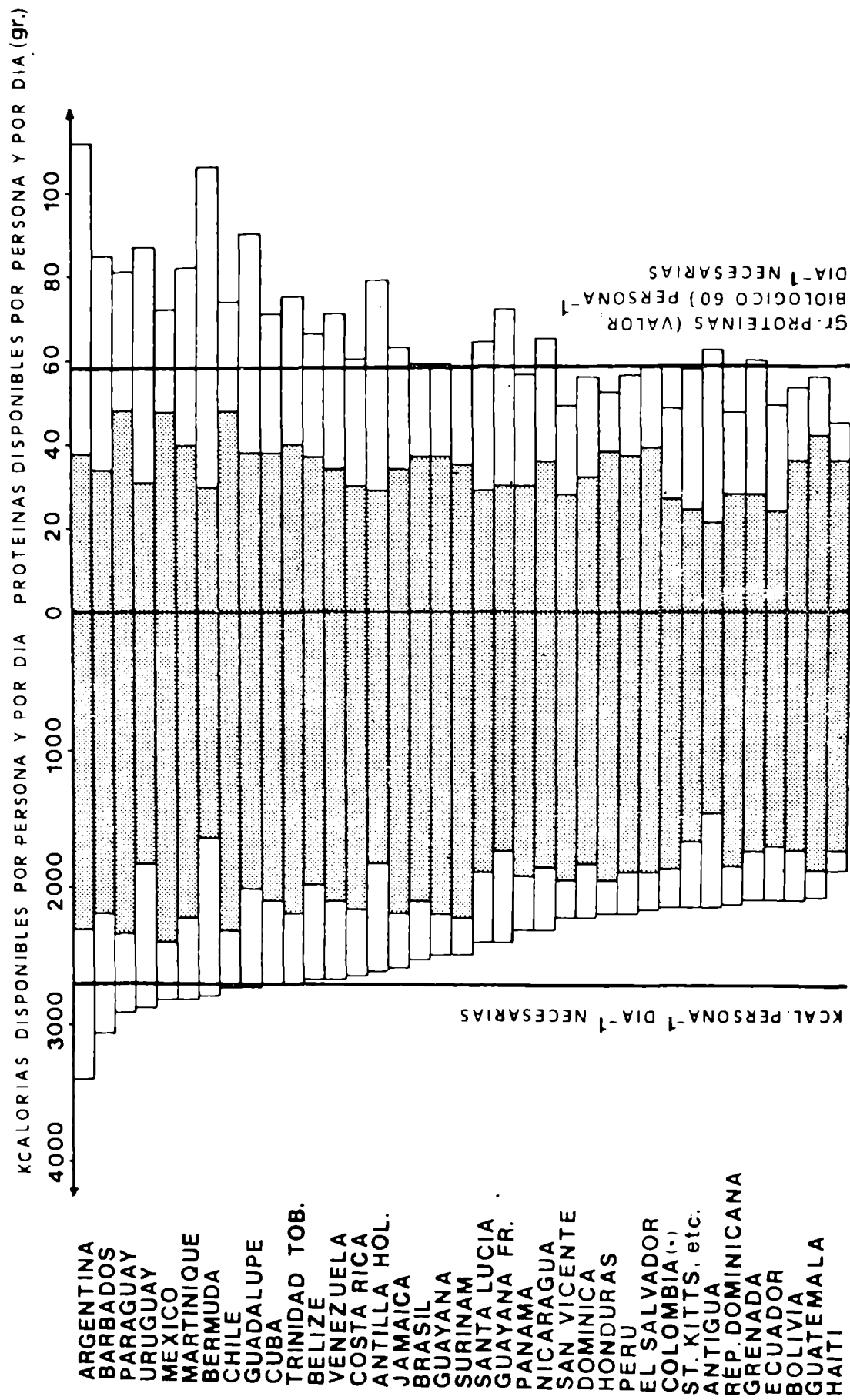
Graves problemas en la disponibilidad de alimentos, en la educación y entrenamiento de la juventud, en el mantenimiento de la salud pública y, como consecuencia, en el desarrollo económico-social, afectan amplios sectores de la población y la estabilidad política y social de los países que la integran. El análisis de algunos indicadores económicos revela las condiciones actuales en que se encuentra el primero de los problemas enunciados en América Latina. El Cuadro N° 1 y la Fig. N° 1

muestran la disponibilidad de alimentos en cantidad de calorías y en gramos de proteína por habitante y por día en casi todos los países latinoamericanos y del Caribe, según los datos del año 1981 publicados en el Anuario de Producción de la FAO (FAO, 1982). La disponibilidad de alimentos incluye tanto a los producidos por el país respectivo como a los importados. Cabe hacer notar que estas cifras no significan alimentos consumidos y que las de éstos pueden ser inferiores por pérdidas antes de consumirlos o desechados como desperdicios ulteriores. También pueden ocurrir diferencias en el consumo por sectores de población, regiones de cada país, etcétera.

Las normas establecidas por el comité especial de FAO-OMS en 1973, permiten estimar como alimentación diaria indispensable para un adulto normal de 75 kg de peso, 2.700 kcal y 58 g de proteína de “valor biológico 60”¹ y con ellos evaluar la deficiencia alimenticia básica actual de los países de América Latina. La magnitud global de la disponibilidad de alimentos y de su deficiencia actuales en América Latina y el Caribe, se puede obtener en forma aproximada si, además de los valores ilustrados en la Fig. N° 1, se consideran la población de cada país y todo un período de 365 días. El resultado de este cálculo

¹ El valor biológico de la proteína se determina según la calidad de la misma; cuando el porcentaje de la proteína es de origen animal en la dieta es del 30 %, el valor biológico es 70. Como la mayoría de los países latinoamericanos tienen una dieta con proteínas animales inferior al 30 % se adoptó el “valor biológico 60”.

FIGURA 1



KILOCALORIAS Y GRAMOS DE PROTEINA DISPONIBLES POR PERSONA Y POR DIA, EN PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE.
Barra grisada, origen vegetal y, barra sin grisar, origen animal.

- Los valores básicos de ambos alimentos para una persona adulta, corresponden a la norma de FAO-OMS (1973).
- Los valores de Colombia corresponden al período 1972-1974 de FAO (1978).

Corresponde a datos del período 1978-1980 de FAO (1982).

CUADRO N° 1

**DISPONIBILIDAD DE ALIMENTOS ENERGETICOS Y PROTEICOS
EN AMERICA LATINA.**

Periodo 1978-1980 según datos de FAO (1982).

(Los valores de alimentos de Colombia corresponden al período 1974-1974
según FAO 1977.)

PAISES	Nivel Sufic.	Kcal . pers ⁻¹ . día ⁻¹		
		Total	Veg.	Anim.
1 Argentina	SUFICIENTE	3.386	2.299	1.087
2 Barbados		3.054	2.166	889
3 Paraguay		2.902	2.328	573
4 Uruguay		2.868	1.823	1.045
5 México		2.803	2.400	403
6 Martinique		2.800	2.215	515
7 Bermuda		2.774	1.632	1.141
8 Chile		2.732	2.305	427
9 Guadalupe		2.732	2.004	728
10 Cuba		2.717	2.109	608
11 Trinidad Tobago	INSUFICIENTE	2.702	2.188	514
12 Belize		2.659	1.957	702
13 Venezuela		2.649	2.089	560
14 Costa Rica		2.630	2.155	475
15 Antillas Holandesas		2.618	1.830	787
16 Jamaica		2.570	2.164	406
17 Brasil		2.517	2.113	404
18 Guayana		2.481	2.177	305
19 Surinam		2.468	2.185	282
20 S. Lucía		2.388	1.864	524
21 Guayana Francesa		2.384	1.736	649
22 Panamá		2.289	1.894	395
23 Nicaragua		2.284	1.851	433
24 S. Vincent		2.208	1.920	289
25 Dominica		2.196	1.829	367
26 Honduras		2.175	1.937	238
27 Perú		2.166	1.871	295
28 El Salvador		2.163	1.883	280
29 Colombia		2.162	1.827	335
30 S. Kitts, etc.		2.147	1.655	493
31 Antigua		2.141	1.466	647
32 República Dominicana		2.133	1.841	292
33 Granada		2.103	1.722	381
34 Ecuador		2.092	1.703	390
35 Bolivia		2.086	1.745	341
36 Guatemala		2.064	1.869	194
37 Haití		1.882	1.731	151

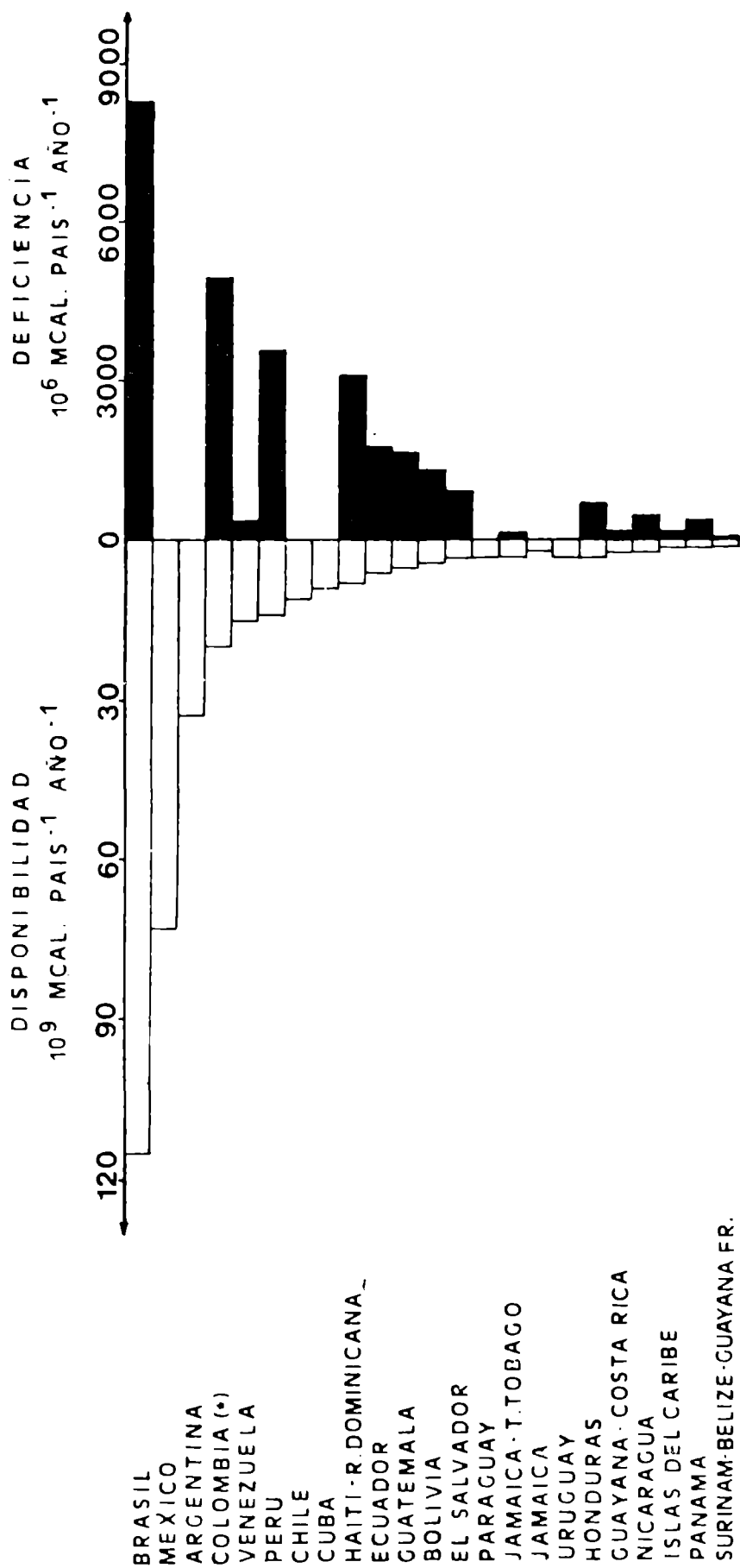
PAISES		Nivel Sufic.	Gr prot . pers ⁻¹ . día ⁻¹		
			Total	Veg.	Anim.
1	Argentina	S U F I C I E N T E	112	38	74
2	Bermuda		106	30	76
3	Guadalupe		90	38	52
4	Uruguay		87	31	56
5	Barbados		85	34	51
6	Martinica		82	40	42
7	Paraguay		81	48	33
8	Antillas Holandesas		79	29	50
9	Trinidad Tobago		75	40	35
10	Chile		74	48	26
11	México		72	48	24
12	Guayana Francesa		72	30	42
13	Cuba		71	38	33
14	Venezuela		71	34	37
15	Belize		66	37	29
16	Nicaragua		65	36	29
17	S. Lucía		64	28	36
18	Jamaica		63	34	29
19	Antigua		62	21	41
20	Costa Rica		60	30	30
21	Granada		60	28	32
22	Brasil		59	37	22
23	Guayana		59	37	22
24	Suriname		58	35	23
25	El Salvador		58	39	19
26	S. Kitts, etc.	I N S U F I C I E N T E	57	24	33
27	Perú		56	37	19
28	Guatemala		56	42	14
29	Panamá		56	30	26
30	Dominica		55	32	23
31	Bolivia		53	36	17
32	Honduras		52	38	14
33	Ecuador		49	24	25
34	S. Vincent		49	28	21
35	República Dominicana		47	28	19
36	Colombia		47	26	21
37	Haití		44	36	8

lo se muestra en el Cuadro N° 2 y las Figs. N° 2 y 3, y si bien faltó información de algún país, se puede concluir que la disponibilidad actual total es de aproximadamente 344.322×10^6 Mcal y de 8.788×10^3 t de proteína y que la deficiencia alcanza a 27.832×10^6 Mcal y a 218.690 t de proteína. Estas deficiencias; a su vez, equivalen a 15.760×10^3 t de maíz, grado 2, la pri-

mera y a 1.093.450 t de frijol con el 20 % de proteínas digeribles, la segunda. Sin embargo, correspondería tener en cuenta que el volumen indicado de maíz ya contendría 188.803.000 t de proteína (6,7 %) y el de frijol, por su parte, una energía neta equivalente a $1.831,5 \times 10^6$ Mcal.

La deficiencia actual se agrava al considerar las expectati-

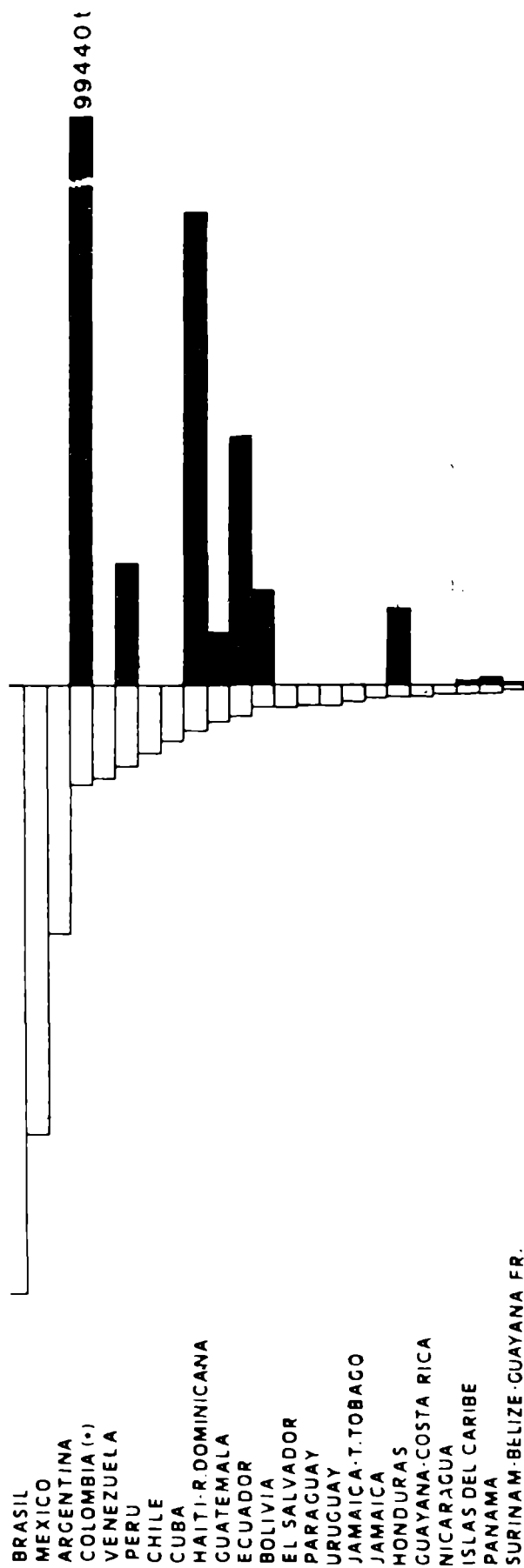
FIGURA Nº 2



**DISPONIBILIDAD Y DEFICIENCIA DE ALIMENTOS ENERGETICOS, EN PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE
DURANTE EL AÑO 1981 (FAO, 1982).**

Valores calculados con datos de población de FAO (1982).

* Los valores de Colombia corresponden al periodo 1972-1974 de FAO (1978).



DISPONIBILIDAD Y DEFICIENCIA DE ALIMENTO PROTEICO, EN PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE DURANTE EL AÑO 1981 (FAO, 1982).

Valores calculados con datos de población de FAO (1982).
 * Los valores de Colombia corresponden al periodo 1972-1974 de FAO (1978).

CUADRO Nº 2

DISPONIBILIDAD Y DEFICIENCIA DE ALIMENTACION BASICA EN AMERICA LATINA EN 1981 (FAO, 1981).

PAISES	ALIMENTOS DISPONIBLES		DEFICIENCIA DE ALIMENTOS		EQUIVALENCIA A LA DEFICIENCIA DE ALIMENTOS		
	10 ³ Mcal	Prot. 10 ³ t	10 ⁶ Mcal	Prot. t	10 ³ t Maíz Grado 2 1766 kcal kg ⁻¹	t Frijoles 20 % prot. dig.	
Brasil	115.040	2.697	8.364	0	4.736	0	
México	73.472	1.887	0	0	0	0	
Argentina	33.825	1.118	0	0	0	0	
Colombia *	19.906	432	4.954	99.440	2.805	497.200	
Venezuela	15.620	419	300	0	170	0	
Perú	14.324	370	3.531	13.226	2.000	66.130	
Chile	11.262	305	0	0	0	0	
Cuba	9.710	254	0	0	0	0	
Ecuador	6.318	148	1.836	27.183	1.040	135.915	
Guatemala	5.636	153	1.736	5.461	983	27.305	
República Dominicana	4.745	104	1.261	24.471	714	122.355	
Bolivia	4.355	111	1.275	10.439	722	52.195	
Haití	4.090	98	1.764	28.252	999	141.260	
El Salvador	3.899	104	968	0	548	0	
Paraguay	3.462	97	0	0	0	0	

Uruguay	3.083	94	0	0	0	0
Honduras	3.034	73	732	8.370	414	41.850
Nicaragua	2.354	67	429	0	243	0
Costa Rica	2.175	50	58	0	33	0
Jamaica	2.082	51	105	0	59	0
Panamá	1.646	40	295	1.438	167	1.190
Trinidad Tobago	1.169	32	0	0	0	0
Guayana	817	19	72	0	41	0
Surinam	358	8	34	0	19	0
Martinica	332	10	0	0	0	0
Guadalupe	329	11	0	0	0	0
Barbados	297	8	0	0	0	0
Antillas Holandesas	249	8	8	0	5	0
Belice	162	4	2	0	1	0
Santa Lucía	104	3	14	0	8	0
Granada	86	2	24	0	14	0
St. Vincent	79	2	17	322	10	1.610
Dominica	67	2	15	61	8	305
Bermudas	61	2	0	0	0	0
Antigua	60	2	16	0	9	0
St. Kitts, etc.	59	1	15	27	8	135
Guayana Francesa	55	2	7	0	4	0
TOTAL	344.322	8.788	27.832	218.690	15.760	1.093.450

* Los datos de Colombia corresponde na datos de alimentos de 1972-1974 y de población de 1977, publicados en el Anuario de FAO (1978) por carecer de datos para este país el Anuario de FAO (1982).

vas del crecimiento vegetativo de las respectivas poblaciones. En el Cuadro N° 3, se indica el valor del crecimiento vegetativo anual de la población de los países latinoamericanos. Entre ellos, los que mantengan un crecimiento mayor del 3 % se puede asegurar que superarán o se aproximarán al doble de la población actual dentro de los próximos 20 años. Sin embargo, mucho más difícil resultará, dentro del orden económico vigen-

te, anticipar soluciones para cubrir las deficiencias actuales de alimentos y mantener una disponibilidad suficiente y acorde con el crecimiento poblacional en el futuro.

Frente a esta muy sintética visión del pasado y presente latinoamericano, la prospectiva de Latinoamérica está plena de interrogantes que constituyen un desafío para su población actual y especialmente para aquellos de quienes depende el orden

CUADRO N° 3

**POBLACION Y TASA DE CRECIMIENTO
DE PAISES DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE
(ONU, 1980-1981; OEA, 1980)**

P A I S E S	Población x 10 ³	Tasa de crecimiento % anual
Nicaragua	2.824	4,6
Guatemala	7.481	3,8
El Salvador	4.938	3,7
Honduras	3.822	3,6
México	71.814	3,6
Ecuador	8.275	3,4
Colombia	25.226	3,1
Venezuela	16.156	3,1
Brasil	125.220	3,0
Paraguay	3.269	2,9
Perú	18.119	2,8
Bolivia	5.720	2,7
Guayana, Costa Rica	3.169	2,7
Panamá	1.970	2,5
Suriname, Belize, Guayana Francesa	627	2,5
Haití, República Dominicana	12.049	2,4
Chile	11.924	1,7
Islas del Caribe *	1.809	1,7
Jamaica, Trinidad Tobago	3.405	1,4
Argentina	27.369	1,3
Cuba	9.791	1,1
Uruguay	2.945	0,6

* Antigua; Antillas Holandesas; Dominica; Granada; St. Kitts, etc.; S. Lucía, S. Vincent.

axiológico en que deberá fundamentarse una paz universal, justa y duradera.

Asegurar una producción de alimentos suficiente y eficiente, es un primer e ineludible paso para garantizar la solución de los demás problemas enunciados: educación, salud pública, desarrollo económico e industrialización. Sin cumplir en forma adecuada este primer paso, será imposible resolver los problemas o etapas restantes. Cabe así preguntarse si, en las próximas décadas, podrá América Latina satisfacer sus propias demandas alimenticias y producir excedentes de materias primas, como para atender las necesidades que demande crear una nueva estructura, menos dependiente para su desarrollo. O si, por el contrario, deberá proseguir su carrera inercial por la pendiente del subdesarrollo, cada vez más distante y sometida a los países que disfrutaban el efecto multiplicador del trabajo humano por medio de la tecnología o el poder, o lo que es peor, por ambos conjuntamente.

Para responder racionalmente estas cuestiones fundamentales será indispensable indagar, por el camino previo del análisis científico, sobre los factores que dinamizan el problema y llegar después a una síntesis fundamentada, que permita formular las soluciones alternativas más adecuadas. Pretender lo inverso, sería erróneo y peligroso, ya que sólo de este modo se podrá asegurar que la política se adapte a la verdad científica y evitar que ésta quede desfigu-

rada y subordinada a intereses políticos, que no persigan realmente este objetivo.

La experiencia acumulada hasta el presente demuestra en forma reiterada que los factores que determinan la producción de alimentos, así como la de otros productos agrícolas, tanto para el consumo interno de los países productores como para la exportación y comercio externo, pueden agruparse en dos conjuntos principales. En el primero, se incluyen los factores de acción directa como los físicos y biológicos y en el segundo, los de efectos más indirectos como los económicos y sociales que requieren la existencia y acción de los primeros.

II. FACTORES FISICOS Y BIOLOGICOS DE LA PRODUCCION DE ALIMENTOS EN AMERICA LATINA

a) Desarrollo del conocimiento de los factores físicos y biológicos en la producción de alimentos

Es un axioma aceptado universalmente que la producción de alimentos, ya sea como simple extracción de formas de vida natural o por medio de su producción por el hombre, resulta de la interacción de los tres componentes principales: clima, suelo (hidrósfera) y planta (animal). La dimensión de la experiencia o el conocimiento que posee el hombre sobre los factores físico-biológicos de la producción, se pueden concep-

tuar como el volumen de una pirámide triangular en la que cada ángulo basal sobre los que descansa el superior que define la producción representa a cada uno de los tres componentes. Si este conocimiento hubiera sido armónico la pirámide sería regular, pero en realidad el conocimiento se ha desarrollado más sobre los componentes planta y suelo que sobre el correspondiente al clima, por lo cual la pirámide resultante es irregular y magnificada en las dos generatrices últimamente mencionadas.

La tecnología utilizada actualmente, tanto en la extracción de formas de vida natural como en la producción intensiva de alimentos y otros productos agrícolas, se basa casi exclusivamente en los conocimientos que se han adquirido sobre las plantas y animales (genética, fisiología, morfología, etc.) y sobre el suelo y su manejo (riego, fertilizantes, labores agrícolas, etc.).

El aporte del conocimiento del clima al desarrollo de la productividad del suelo ha sido insignificante, en comparación con el de los dos factores restantes involucrados. En este resultado deben considerarse dos causas principales: los meteorólogos y la meteorología focalizaron su principal interés en los procesos físicos de la atmósfera en sí misma o en aplicaciones más vinculadas a intereses económicos internacionales como el transporte y las comunicaciones y los agrónomos y la agronomía en la investigación de la planta y el suelo.

Sin embargo, debe reconocerse que el factor climático de la producción quedó expresado generalmente en forma indirecta o empírica de manera tácita en los trabajos de estos últimos. Tal ha sido el desarrollo de prácticas como el riego y otras labores de manejo agrícola, que durante las últimas décadas no fueron fundamentadas ni motivadas en investigaciones agrometeorológicas o agroclimáticas.

Afortunadamente, en la actualidad, el interés por estudiar con método científico este factor de la producción es cada vez más evidente. De este modo estamos muy próximos al desarrollo armónico del conocimiento de los tres factores físico-biológicos en que se basa la producción del suelo y por lo tanto, de probar y desarrollar métodos más racionales para aumentar esa producción.

b) Producción potencial de alimentos en América Latina

Cuando, como en este caso, se considera la necesidad del aumento de la producción actual de alimentos en una región del mundo deficitaria en ellos, se deben fijar tres parámetros de referencia para una adecuada evaluación del esfuerzo y los medios que demandará alcanzar este objetivo. Ellos son la **productividad potencial absoluta**, que es el límite ideal o teórico que puede alcanzar la producción con la plena utilización de los factores físicos y mediante un proceso fotosintético óptimo. La **productividad potencial rela-**

tiva tocante a los factores geográficos, biológicos y tecnológicos, es la que podría resultar si, además de la utilización máxima de los factores físicos y biológicos disponibles, se tuvieran todos los medios tecnológicos probados para mejorar la producción en el momento presente. En la práctica es la materia seca total obtenida por los establecimientos agrícolas conducidos con alta tecnología o en las Estaciones Experimentales de Agricultura. Por último, la **productividad actual** es la producción utilizable realmente en condiciones medias locales, regionales o nacionales, en la cual tienen una gran influencia las condiciones económicas y sociales medias de cada país en particular.

La productividad potencial absoluta es un valor de producción vegetal que el hombre no puede sobrepasar con la tecnología, porque depende directamente de la energía solar disponible y del proceso de su conversión en energía química, por la fotosíntesis y la respiración. En él debe admitirse una absorción óptima de agua y minerales, por las raíces de las plantas y de CO₂ desde la atmósfera, por la clorofila. Este valor es alto en regiones secas y desérticas y aumenta en los períodos con días de larga duración. Muchos autores han contribuido a fundamentar este concepto y entre ellos se pueden referir a Thomas y Hill (1949), Davidson y Philip (1958), de Wit (1959), Gaastra (1959), Noffsinger (1962), Loomis y Williams (1963), Efi-

mová (1965) y Chang (1968 y 1970).

Los autores que experimentaron modelos de productividad potencial, sobre la base de la radiación global que llega a la superficie activa, comprobaron invariablemente la baja eficiencia de conversión fotosintética de la energía recibida que tienen las plantas. Ello ha sido atribuido a:

- 1) La fotosíntesis vegetal utiliza sólo parte de la energía solar, entre 0,4 μ y 0,7 μ . La porción utilizable por fotosíntesis vegetal es aproximadamente el 44 % de la radiación global.
- 2) No todas las partes de la planta que absorben la energía en toda la gama de longitud de onda que contiene, poseen tejidos con clorofila como para convertirla en energía química. Además, la superficie de las plantas devuelven al espacio, por reflexión, parte de la energía. Estas dos pérdidas se pueden estimar, en el espectro visible, como el 18 % del 44 % de la radiación fotosintéticamente activa del punto 1).
- 3) La respiración consume una parte de los fotosintatos formados y aumenta en función no lineal con la temperatura. Se estima esta pérdida en un 33 % de la fotosíntesis bruta.

De este modo resulta razonable la proposición de Noffsinger (1962) según la cual la radiación global, que puede ser almacenada como energía quí-

mica en la planta, es de aproximadamente el 23 %.

Sin embargo, esta productividad máxima teórica se ve afectada por otros factores geográficos y de la vegetación que hacen necesario considerar una productividad potencial relativa por su dependencia de estos factores. Varios autores han elaborado modelos para determinar esta productividad basados en la consideración de distintas características climático-

energía y agua disponibles, característicos de la vegetación y condiciones físicas y físico-químicas del suelo, Riquier et al (1970), Riquier (1972) y Buringh et al. (1975).

En todos los conceptos descriptos, el índice de eficiencia "ε" da una idea del grado de aprovechamiento de la productividad teórica absoluta que sirve a la comunidad humana. Este puede expresar así:

$$\epsilon = \frac{\text{Energía contenida en la materia seca}}{\text{Energía solar disponible}}$$

geográficas y de la superficie activa de la vegetación como los siguientes:

- 1) Modelos basados en la energía y agua disponibles para la evaporación, que predicen la máxima productividad potencial con aquellos elementos y además con un contenido normal de CO₂, Budyko y Efimova (1968); Penman (1971).
- 2) Modelos basados en la energía y agua disponibles y duración del período vegetativo. Predicen la productividad máxima del período con actividad vegetativa, Lieth (1975).
- 3) Modelos basados en la energía y agua disponibles y características de la cubierta vegetal. Predicen la productividad potencial de distintas formas de vegetación incluida la agrícola, Budyko et al. (1966), Gandin et al. (1969).
- 4) Modelos basados en la

Al considerar que 1 g de materia seca contiene 4.000 cal (4.000 cal . g⁻¹), algunos autores han dado valores de eficiencia que son ilustrativos y que se incluyen en el Cuadro N° 4. Sin embargo, Budyko (1971), basándose en el mapa de productividad anual de la vegetación natural sobre el territorio de la URSS, de Bazilievich y Rodin (1967) y el de radiación fotosintéticamente activa del período vegetativo de Efimova (1965) mostró la distribución geográfica de un coeficiente de eficiencia con estos dos elementos. Los valores, que van del 2 % al 0,1 % de la radiación fotosintéticamente activa, resultan altos comparados con los que tienen en cuenta la radiación global.

c) Análisis de la productividad agrícola actual de América Latina

La productividad real o actual, como es la agrícola, se ve limitada más aún que las des-

criptas en los conceptos anteriores, pues en ella no se incluyen las partes de la vegetación no utilizables y constituye lo que el hombre puede obtener con la tecnología disponible. El "índice de cosecha" (Hi), que define la FAO (1982) como a la fracción de la biomasa neta que puede aprovecharse económicamente y que para algunos cultivos de secano se reproduce en el Cuadro N° 5, da una idea de esta mayor limitación.

CUADRO N° 5
**INDICE DE COSECHA (Hi)
DE ALGUNOS CULTIVOS DE SECANO
EN AMERICA LATINA**

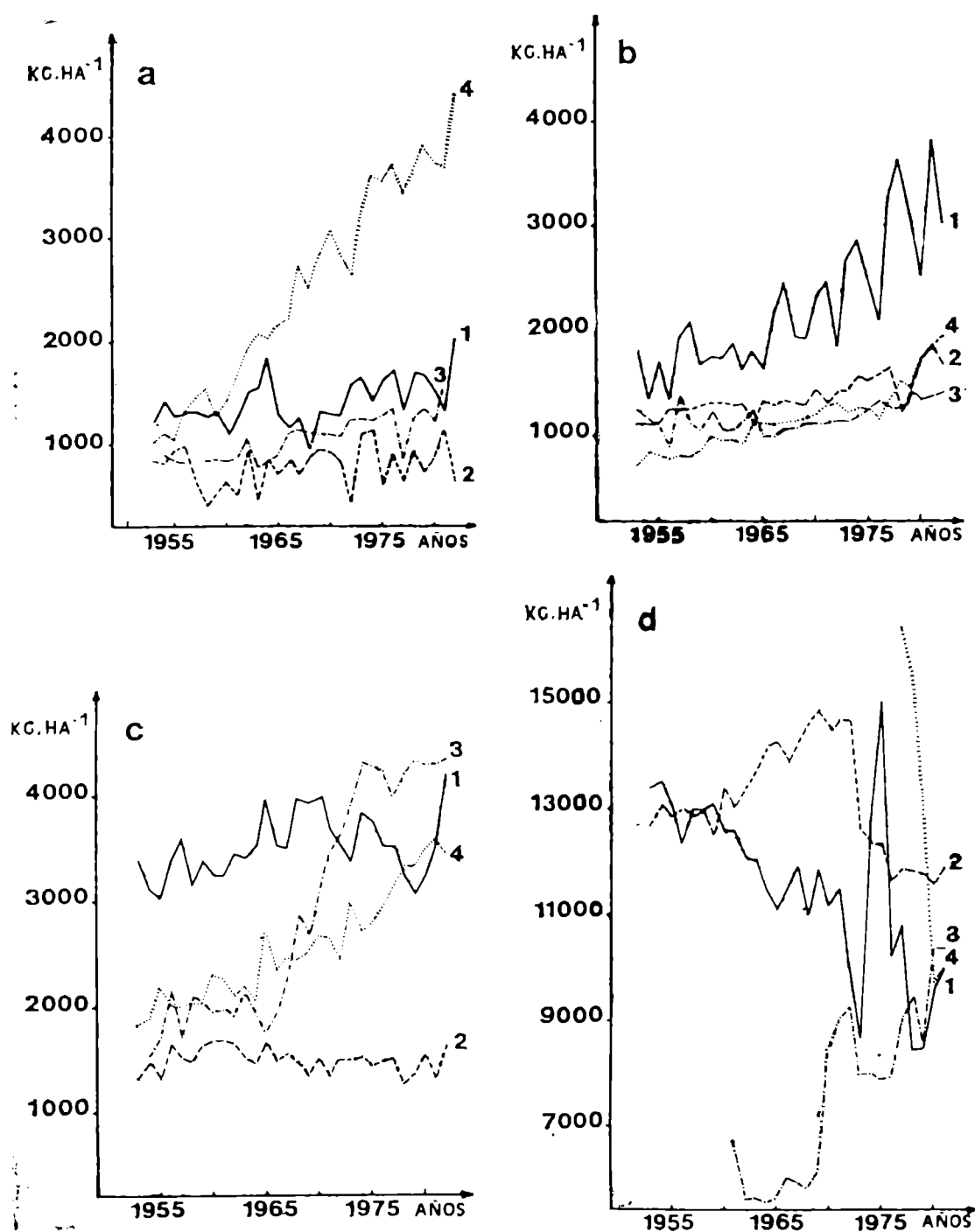
Cultivos	Índice de cosecha (Hi)
Yuca	0,55
Trigo	0,40
Maíz	0,35
Soja	0,35
Arroz	0,30
Frijol	0,30

La productividad agrícola actual o real, es equivalente a la producción misma y tiene una variabilidad que depende de los factores climáticos y de las medidas tecnológicas a que está sometido el cultivo. Las Figuras Nos. 4 y 5 muestran la variación del rendimiento o producción anual de varios cultivos en cuatro países de América Latina: Argentina, Brasil, Colombia y México, según datos de la FAO (FAO, 1981). Se eligieron cuatro cultivos esencialmente proveedores de energía, como trigo, maíz, arroz y yuca y dos de elevado contenido proteico,

como soja y frijol, todos ellos de gran importancia en la dieta humana latinoamericana.

En la Figura N° 4 a, se puede comprobar el efecto de la tecnología en el cultivo de trigo en México (mejoramiento genético, introducción de variedades enanas del CIMYT y fertilizantes) y el débil incremento de los rendimientos en los tres países restantes. La Figura N° 4 b, muestra el efecto de la introducción de los híbridos comerciales del maíz y el mejoramiento de variedades y tecnología en la Argentina, aunque se notan las grandes fluctuaciones climáticas. La Figura N° 4 c, destaca los altos rendimientos de arroz en la Argentina debido a que todos los cultivos se realizan bajo riego, en contraste con los bajos rendimientos del Brasil, con la mayor parte de los cultivos de secano o "sequeiro". Colombia registra un pronunciado y sostenido incremento de los rendimientos y México le sigue con un incremento algo menor. La Figura N° 4 d, muestra los rendimientos de la yuca, mandioca o casava, planta originaria de Brasil, de gran eficiencia fotosintética, con rendimientos declinantes en la Argentina y México. Los bajos rendimientos de Colombia han mejorado en los últimos años para situarse entre los de Argentina y Brasil. Sin embargo, la falta de una tendencia definida en el incremento de los rendimientos parece indicar la carencia de mejoramiento tecnológico en este cultivo.

FIGURA N° 4



**EVOLUCION DEL RENDIMIENTO (kg. ha⁻¹) DE CUATRO CULTIVOS
ENERGETICOS IMPORTANTES EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE,
DURANTE EL PERIODO 1953-1982.
Datos originarios de FAO (1978 y 1981).**

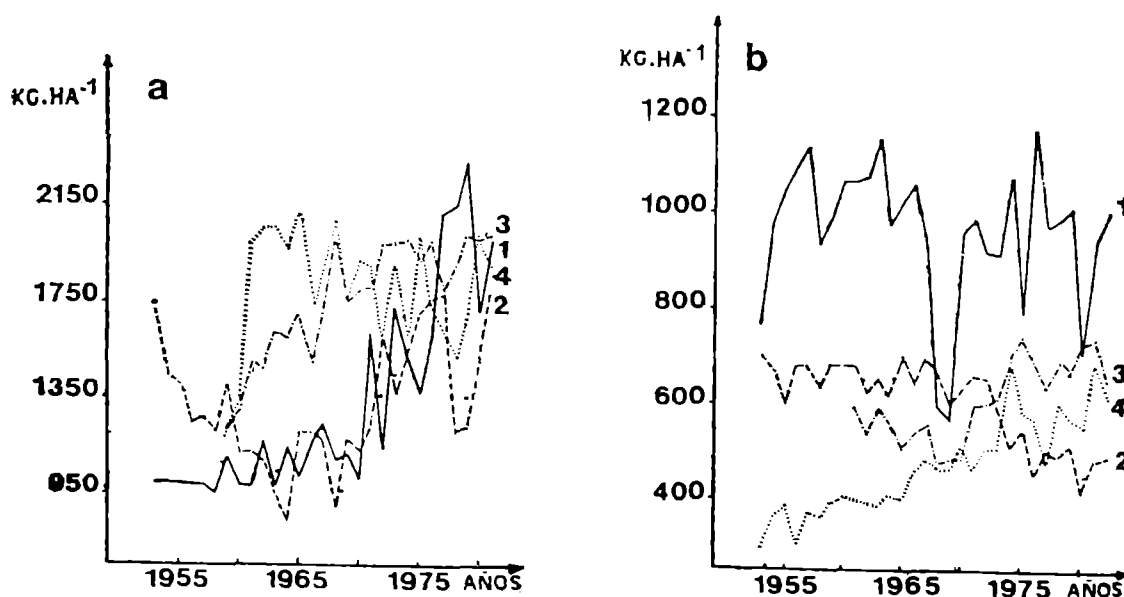
Referencias: a Trigo; b Maíz; c Arroz; d Yuca o casava.
1 Argentina; 2 Brasil; 3 Colombia; 4 México.

La Figura N° 5 a, muestra los rendimientos del cultivo de soja y en ellos Argentina, Brasil y Colombia registran un incremento sostenido desde la década de los sesenta no obstante las notables fluctuaciones debidas a factores climáticos. México parece estable en ese mismo período aunque con fluctuaciones interanuales. La Figura N° 5 b muestra otro cultivo nativo de América Latina como es el frijol, muy utilizado en la alimentación humana, con una notable provisión proteica. Los mayores rendimientos corresponden a la Argentina aunque con pronunciadas fluctuaciones y se nota en México y más recientemente en Colombia un no-

table incremento, probablemente debido a causas tecnológicas. En cambio, en Brasil se observa últimamente una declinación de los mismos resultando en los últimos años el país con menores rendimientos.

Sobre la base de los datos disponibles resulta ilustrativo aproximar un valor de la eficiencia fotosintética alcanzado por algunos países de América Latina con los cultivos mencionados anteriormente. Para ello se eligieron cuatro países: Argentina, Brasil, Colombia y México que abarcan climas templados, subtropicales y tropicales de la región considerada; se determinó el promedio de rendimiento de aquellos cultivos de los úl-

FIGURA N° 5



EVOLUCION DEL RENDIMIENTO (kg. ha⁻¹) DE DOS CULTIVOS PROTEICOS IMPORTANTES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, DURANTE EL PERIODO 1953-1982.

Datos originarios de FAO (1978 y 1981).

Referencias: a Soja; b Frijol.

1 Argentina; 2 Brasil; 3 Colombia; 4 México.

timos cinco años (1977-1981), como una muestra representativa del efecto de las condiciones tecnológicas actuales (FAO, 1978 y 1982).

El cálculo de la eficiencia se realizó teniendo en cuenta la duración del ciclo vegetativo del cultivo que mejores pers-

pectivas ofrece dentro de la región óptima de cada país para ese cultivo (FAO, 1981). Dentro de tales regiones óptimas se eligió una localidad para la cual se calculó la radiación global, mensual y la total para el ciclo de cada cultivo, con los mapas del Atlas de Budyko

CUADRO N° 4

**EFICIENCIA DE CONVERSION FOTOSINTETICA EN ALGUNOS CULTIVOS
SEGUN DIFERENTES AUTORES**

CULTIVOS	$\epsilon = \frac{Re}{Rg} \text{ (}^1\text{)}$	AUTOR
Límite superior teórico	8-10 %	Penman, 1968
Cereales (Inglaterra):		
Experimentos	7,00 a 0,80 %	Penman, 1968
Cultivo intensivo	0,35 a 0,25 %	Penman, 1968
Cultivo normal	0,20 a 0,10 %	Penman, 1968
Cultivo de subsistencia	0,10 a 0,04 %	Penman, 1968
Límite superior teórico		
Rad. global con 500 cal.cm ⁻² día ⁻¹	5,30 %	Loomis y Williams, 1963
Sudangrass (Calif. U.S.A.)	3,00 %	Loomis y Williams, 1963
Remolacha azuc. (Inglaterra)	~ 1,90 %	Gibbon, 1970
Maíz (Italia)	~ 1,50 %	Gibbon, 1970
Col (Inglaterra)	~ 1,70 %	Gibbon, 1970
Límite superior teórico		
Rad. global con 440 cal.cm ⁻² día ⁻¹	22,00 %	Noffsinger, 1962
Soja (Hawaii)	0,44 %	Noffsinger, 1962
Alfalfa	0,70 %	Noffsinger, 1962
Maíz	0,93 %	Noffsinger, 1962
Arroz	1,20 %	Noffsinger, 1962
Caña de azúcar (cristalina) ...	1,50 %	Noffsinger, 1962
Caña de azúcar (POJ 2878) ...	3,90 %	Noffsinger, 1962

(1) ϵ =eficiencia de conversión fotosintética.

Re=materia seca convertida en unidades de energía (4.000 cal. g⁻¹).

Rg=radiación global recibida por un cuerpo negro en superficie horizontal.

(1963). En el Cuadro N° 6 se muestran los valores correspondientes a este cálculo para los cultivos energéticos trigo, maíz, arroz y yuca y en el Cuadro N° 7 para los proteicos soja y frijol.

Los valores de eficiencia resultantes se notan bajos en general, lo que en parte podría deberse a la naturaleza de los datos básicos utilizados, como ciclos vegetativos más largos que los reales, valores de radiación global algo elevados y valores promedio generales de rendimiento. De cualquier manera, aún así faltaría mucho esfuerzo para llegar a valores de eficiencia superiores al 0,25 %, como es el del cultivo intensivo de cereales en Europa y al 1 % como lo demuestran posibles las experiencias en Europa y Estados Unidos (Cuadro N° 4). Sin embargo, debe señalarse que en casos especiales, con variedades seleccionadas y manejo apropiado del cultivo, se han superado notablemente estos valores medios ya que en la Argentina el trigo, en estas condiciones, duplica el promedio del rendimiento del Cuadro N° 6 y el de la soja del Cuadro N° 7 mientras que México registra rendimientos de yuca superiores a un 400 % en algunos estados (Sonora) y de soja superiores a un 30 % a los indicados en los Cuadros Nos. 6 y 7.

Aún con estos rendimientos excepcionales se está muy lejos de la productividad absoluta. La diferencia representa el desafío que deberán encarar las generaciones futuras para que,

mediante el desarrollo de tecnologías en los grandes componentes de la productividad: planta, suelo y clima, puedan ofrecer la alimentación que demandará el progresivo aumento de la población de América Latina y de la Tierra en su conjunto.

Otro aspecto a tener en cuenta en la producción de alimentos es la competencia que existe entre el hombre y los animales por la producción vegetal que utilizan en su alimentación. Resultan ilustrativos los valores energéticos y de proteína referidos por Thorne (1971):

Producto	Energía Mcal . ha ⁻¹	Proteína kg . ha ⁻¹
Leche	2.500	115
Carne vacuna ...	750	27
Cerdo	1.900	50
Pollo	1.100	92
Trigo	14.000	350
Guisantes	3.000	280
Coles	8.000	1.100
Papas	24.000	420

Esto significa que la producción animal es eficiente solamente en tierras no aptas para la agricultura, pues la producción potencial de alimentos energéticos y proteicos es mayor con este uso de la tierra.

III. FACTORES ECONOMICOS Y SOCIALES EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS EN AMERICA LATINA

El conocimiento y manejo racional de los factores económicos y sociales, que influyen en la producción de alimentos, es

CUADRO N° 6

EFICIENCIA DE CONVERSION FOTOSINTETICA DE CUATRO CULTIVOS BASICOS DE ALIMENTOS PROTEICOS EN AMERICA LATINA.
Los valores de rendimiento son promedios de los últimos cinco años disponibles (1977) (FAO, 1982) y los valores de radiación global se estimaron del Atlas de Budyko (1963).

CULTIVO	PAISES Y LOCALIDADES	COORDENADAS GEOGRAFICAS			RENDIMIENTO			ENERGIA DISPONIBLE		Efic. de conv. fotosintética $\epsilon = Re/Rg$
		Latitud	Longitud	Alt.	Gravimétrico kg/ha-1	Gravimétrico gm-2	kcal.m-2 ener. (Re)	Parr. veg. n días	Rad. Glob. (Rg) kcal.m-2 días-1	
TRIGO	ARGENTINA Pergamino (Buenos Aires)	33°56'S	60°33'W	66 m	1.670	167,0	668,0	VIII-I	$9,10 \times 10^{-5}$	$7,3 \times 10^{-1}$ (0,07 %)
	BRASIL Pelotas (R. G.do Sul)	31°45'S	52°21'W	8 m	876	87,6	350,4	VIII-I	$8,50 \times 10^{-5}$	$4,1 \times 10^{-1}$ (0,04 %)
	COLOMBIA Arauca (Arauca)	7°00'N	70°30'W	—	1.362	136,2	544,8	VIII-I	$7,40 \times 10^{-5}$	$7,4 \times 10^{-1}$ (0,07 %)
	MEXICO Taxco (México)	18°50'N	99°30'W	—	3.891	389,1	1.556,4	I-VI	$8,80 \times 10^{-5}$	$17,6 \times 10^{-1}$ (0,18 %)
MAIZ	ARGENTINA Pergamino (Buenos Aires)	33°56'S	60°33'W	66 m	3.224	322,4	1.289,6	X-II	$8,75 \times 10^{-5}$	$14,7 \times 10^{-1}$ (0,15 %)
	BRASIL Pelotas (R. G.do Sul)	31°45'S	52°21'W	8 m	1.602	160,2	640,8	X-II	$8,20 \times 10^{-5}$	$7,8 \times 10^{-1}$ (0,08 %)
	COLOMBIA Arauca (Arauca)	7°00'N	70°30'W	—	1.378	137,8	551,2	I-V	$6,65 \times 10^{-5}$	$8,3 \times 10^{-1}$ (0,08 %)
	MEXICO Taxco (México)	18°50'N	99°30'W	—	1.707	170,7	682,8	II-IV	$7,60 \times 10^{-5}$	$8,9 \times 10^{-1}$ (0,09 %)

CUADRO Nº 6 (Continuación)

EFICIENCIA DE CONVERSION FOTOSINTETICA DE CUATRO CULTIVOS BASICOS DE ALIMENTOS ENERGETICOS EN AMERICA LATINA. Los valores de rendimiento son promedios de los últimos cinco años disponibles (1977) (FAO, 1982) y los valores de radiación global se estimaron del Atlas de Budyko (1963).

CULTIVO	PAISES Y LOCALIDADES	COORDENADAS GEOGRAFICAS			RENDIMIENTO			ENERGIA DISPONIBLE		Efic. de conv. fotosintética $E = Re/Rg$
		Latitud	Longitud	Alt.	Gravimétrico gm^{-2}	$kg ha^{-1}$	ener. (Re) $kcal.m^{-2}$	Perr. veg. n días	Rad. Glob. (Rg) $kcal.m^{-2} días^{-1}$	
ARROZ	ARGENTINA Corrientes (Corrientes)	27°27'S	58°49'W	54 m	3.449	344,9	1.379,6	X-II	$9,0 \times 10^{-5}$	$15,3 \times 10^{-4}$ (0,51 %)
	BRASIL P. Alegre (R. G. do Sul)	30°04'S	51°08'W	10 m	1.446	144,6	578,4	XI-I	$7,9 \times 10^{-5}$	$7,3 \times 10^{-4}$ (0,07 %)
	COLOMBIA Barran'bermeja (S'der)	7°04'N	73°52'W	107 m	4.329	432,9	1.731,6	X-II	$6,3 \times 10^{-5}$	$27,5 \times 10^{-4}$ (0,28 %)
	MEXICO Manzanillo (Colima) ..	19°04'N	104°20'W	3 m	3.424	342,4	1.369,6	II-VI	$7,7 \times 10^{-5}$	$17,8 \times 10^{-4}$ (0,18 %)
YUCA o CASAVA	ARGENTINA Corrientes (Corrientes)	27°27'S	58°49'W	54 m	9.164	916,4	3.665,6	I-XII	$16,5 \times 10^{-5}$	$22,2 \times 10^{-4}$ (0,22 %)
	BRASIL Aracatuba (S. Paulo) .	21°12'S	50°25'W	380 m	11.828	1.182,8	4.731,2	I-XII	$16,2 \times 10^{-5}$	$29,2 \times 10^{-4}$ (0,29 %)
	COLOMBIA N. Antioquía (Vichada)	7°00'N	70°30'W	(—	9.695	969,5	3.878,0	I-XII	$13,4 \times 10^{-5}$	$28,9 \times 10^{-4}$ (0,29 %)
	MEXICO Vera Cruz (México) ..	19°25'N	96°10'W	16 m	12.231	1.223,1	4.892,4	I-XII	$17,1 \times 10^{-5}$	$28,6 \times 10^{-4}$ (0,29 %)

CUADRO Nº 7

EFICIENCIA DE CONVERSION FOTOSINTETICA DE CUATRO CULTIVOS BASICOS DE ALIMENTOS ENERGETICOS EN AMERICA LATINA.
 Los valores de rendimiento son promedios de los últimos cinco años disponibles (1977-1981) (FAO, 1982) y los valores de radiación global se estimaron del Atlas de Budyko (1963).

CULTIVO	PAISES Y LOCALIDADES	COORDENADAS GEOGRAFICAS			RENDIMIENTO			ENERGIA DISPONIBLE		Efic. de conv. fotosintética $\epsilon = Re/R_g$
		Longitud	Latitud	Alt.	Gravimétrico kg ha ⁻¹	g m ⁻²	kcal.m ⁻² ener. (Re)	Perr. veg. n días	Rad. Glob. (Rg) kcal.m ⁻² días ⁻¹	
SOJA	ARGENTINA Casilda (Santa Fe)	33°03'S	61°09'W	74 m	2.054	205,4	821,6	X-III	10,65 x 10 ⁻⁵	7,7 x 10 ⁻⁴ (0,08 %)
	BRASIL Londrina (Paraná)	23°20'S	51°10'W	—	1.446	144,6	578,4	X-III	8,85 x 10 ⁻⁵	6,5 x 10 ⁻⁴ (0,07 %)
	COLOMBIA Arauca (Arauca)	7°00'N	70°30'W	—	1.986	198,6	794,4	XII-V	7,85 x 10 ⁻⁵	10,1 x 10 ⁻⁴ (0,10 %)
	MEXICO Taxco (Guerrero)	18°50'N	99°30'W	—	1.781	178,1	712,4	III-VIII	9,00 x 10 ⁻⁵	7,9 x 10 ⁻⁴ (0,08 %)
FRIJOL	ARGENTINA R. Frontera (Salta)	25°48'S	64°50'W	—	929	92,9	371,6	X-III	10,15 x 10 ⁻⁵	3,7 x 10 ⁻⁴ (0,04 %)
	BRASIL Porto Alegre (R.G. do Sul)	30°04'S	51°08'W	10 m	475	47,5	190,0	X-III	7,90 x 10 ⁻⁵	2,4 x 10 ⁻⁴ (0,02 %)
	COLOMBIA Arauca (Arauca)	7°00'N	70°30'W	—	699	69,9	279,6	XII-V	7,85 x 10 ⁻⁵	3,5 x 10 ⁻⁴ (0,04 %)
	MEXICO Taxco (Guerrero)	18°50'N	99°30'W	—	608	60,8	243,2	III-VIII	9,00 x 10 ⁻⁵	2,7 x 10 ⁻⁴ (0,03 %)

tanto o más importante que los correspondiente a los factores físicos y biológicos para el desarrollo de dicha producción.

En este contexto y por la estructura interdependiente de las comunidades nacionales que conforman el mundo actual, la incidencia de los factores económicos en la producción de alimentos puede originarse en el mismo país o derivar de sus relaciones de intercambio internacionales. En general, los países en desarrollo, como los que integran América Latina poseen aptitud para la producción agrícola pero dependen de insumos y tecnología y a veces aún de alimentos que se producen en el exterior. En esta forma, los países según su desarrollo y participación en la producción de alimentos se pueden agrupar en diferentes categorías, como las siguientes:

1) Países desarrollados sin dificultades en el abastecimiento de alimentos:

a) Países de gran desarrollo científico y tecnológico. Importan gran parte de los alimentos que podrían producir. Consideran prioritario conservar espacios naturales y para recreación. Son pocos, con relativamente escasa densidad de población y no muy extensos. No pueden contribuir apreciablemente al incremento de la producción mundial de alimentos; ejemplo: Suecia;

b) Países que han utilizado intensamente sus espacios y tecnología en la producción de alimentos; su producción es máxima pero necesitan importar

alimentos. Son países densamente poblados y no muy extensos. No pueden contribuir notablemente al aumento de la producción mundial de alimentos; ejemplo: Japón.

c) Países que utilizan intensamente su espacio y tecnología en la producción de alimentos y que podrían autoabastecerse. Sin embargo, pueden exportar e importar alimentos elaborados de alta calidad. Son países en general de baja a media densidad de población, no muy extensos, con inmigración muy regulada y no pueden contribuir notablemente a la producción mundial de alimentos; ejemplo: Dinamarca, Suiza, Holanda, Nueva Zelandia;

d) Países con gran desarrollo científico y tecnológico que producen con un elevado costo lo que consumen. Poseen una agricultura subsidiada por el reciclaje de parte de los beneficios que derivan de su actividad industrial y financiera, que les permite intervenir en la regulación de los mercados internacionales de alimentos. Son países con extensiones agrícolas importantes de gran productividad potencial; ejemplo: algunos países del Mercado Común Europeo, Estados Unidos, Canadá, Australia, Sudáfrica.

2) Países con problemas de desarrollo y abastecimiento de alimentos:

a) Países con desarrollo programado sobre objetivos prioritarios diferentes de la producción de alimentos. Estos países pueden sufrir episodios de carencia de alimentos en los

que deben importarlos. Con la aplicación de ciencia, tecnología y prioridad en sus programas económicos podrían producirlos en exceso a sus propias necesidades por la extensión de sus territorios con elevada productividad potencial y contribuir eficazmente en la producción mundial de alimentos. Es el caso de Rusia y China.

b) Países con dificultades de crecimiento económico que producen lo que consumen pero con extensiones de gran productividad potencial que permitirían aumentar considerablemente su producción mediante adecuados aportes científicos, tecnológicos y financieros. Podrían contribuir eficazmente a la producción mundial de alimentos. Buena parte de los países de América Latina y algunos de África se pueden incluir en este grupo.

c) Países que no producen lo que consumen, pero lo pueden importar con los beneficios del intercambio de productos extinguidos que poseen. Es la situación de los países productores de minerales y petróleo, con climas áridos, como los del Oriente Medio. En estos casos, la carencia de alimentos podrá ser crítica al agotarse sus productos extinguidos actuales;

d) Países que no producen lo necesario para una alimentación suficiente y carecen de medios para importarla pero que con ayuda científica, tecnológica y financiera podrían producirla. Es el caso de algunos países de América Latina, África y Asia;

e) Países que no producen los alimentos necesarios para

su población actual, que potencialmente no pueden producirlos y que carecen de productos de intercambio para importarlos. Es un estado semejante al que pueden llegar los países agrupados en 2 c). Es el caso de algunos países densamente poblados o con climas extremos en América Latina, Asia y África.

Aún cuando no se comparta el detalle de la clasificación que antecede, puesto que tanto lo económico como lo social son siempre materias más controvertibles que la físico-biológica, resulta evidente que América Latina es un extenso territorio con gran capacidad para la producción de alimentos pero con dificultades económicas que paralizan o desaceleran su desarrollo. Resulta claro además que si estas dificultades pudieran superarse su territorio podría contribuir con gran eficacia al abastecimiento mundial de alimentos. Sus países más extensos se pueden incluir en la categoría 2 b), algunos países en la 2 d) y sólo alguno de pequeña extensión podría integrar la categoría 2 e).

Las causas económicas que producen estas dificultades originadas en los mismos países, tienen una raíz profunda y son difíciles de remediar, porque dependen del orden social adoptado por cada comunidad nacional. El conjunto de estas causas incide en la magnitud de la fracción de exportación que recibe el agricultor por el trabajo y la habilidad para producir.

Sin embargo, se debe reconocer que también actúan en ello causas extranacionales que re-

sultan más importantes. Los bajos precios de los productos agrícolas de exportación, que con frecuencia son alimentos auténticos y otras veces materias primas de otra naturaleza, tienen precios internacionales en valor constante, estáticos o en descenso, mientras que el de los insumos para producirlos, como motores, máquinas, herramientas, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, combustibles, etc., muestran un sostenido y pronunciado aumento. Si no se modifican estas tendencias divergentes, los países pobres cada vez serán más pobres y los países ricos más ricos, sin posibilidad de hallar la convergencia deseable.

Se podrá considerar exagerada la prevención bíblica contra el comercio abusivo (Eclesiástico XXVI, 38; XXVII, 1, 2) y suficientemente ética, la ley de la oferta y la demanda que tiene en cuenta fríamente la abundancia o escasez de los productos y no el esfuerzo o la inversión que demanda el producirlos. Pero no es ético, en el sentido internacional, la creación de barreras aduaneras o pactos regionales para proteger una producción de alimentos subsidiada en la cual se reciclan beneficios económicos, parte de los cuales pueden haberse obtenido con el trabajo, o la venta de insumos o tecnología a los mismos países cuya importación se impide con aquellas medidas. Tampoco lo es la regulación de precios en el mercado internacional con el "dumping" y con otras medidas de efectos análogos que inhiben el espontáneo

y atractivo incremento de la producción mundial de alimentos. Solamente así se explican fenómenos que en los últimos tiempos, de rápidas y eficientes comunicaciones, han asombrado a la opinión pública mundial. Se puede referir así que los países de la Cuenca del Plata, como Argentina, sur de Brasil, oeste de Paraguay y Uruguay, que con muy poca tecnología (pastoreos rotativos, praderas mejoradas e híbridos de carne), podrían producir diez veces más carne roja de la que producen actualmente, no han podido superar desde la última guerra mundial el precio de 100 a 150 dólares por los novillos para la exportación. En la década de los años 70, cuando culminó la sequía que produjo la gran hambruna del Sahel y aún no se habían olvidado episodios anteriores análogos en otros países de Asia o África, mientras en algunos países de la Cuenca del Plata se vendían novillos a 4 ó 5 dólares, los ganaderos de Iowa, Estados Unidos, fusilaban a los terneros recién nacidos como protesta porque el Gobierno no les permitía las ventas a precios superiores a los 600 dólares.

Para salvar estas importantes dificultades que impiden el desarrollo de la producción de alimentos, acorde con el aumento de la población y facilitar una distribución racional de los mismos, será indispensable establecer en los próximos años mecanismos internacionales que puedan actuar directamente sobre los factores de los que depende este grave problema y

puedan resolverlo eficazmente. Algo semejante a lo que ya es el Banco Mundial, o el Banco Interamericano de Desarrollo o lo que podría ser un Banco Mundial o Interamericano de Alimentos e Insumos Agropecuarios. Con su ayuda los países adheridos podrían resolver más satisfactoriamente las crisis de abundancia y escasez de alimentos y, en cierto modo, contribuir al ordenamiento interno de cada país de los factores que inciden en la producción y distribución de los mismos.

Las condiciones sociales son tan importantes como las económicas en el problema del abastecimiento mundial de alimentos, pero tal vez su análisis sea aún más complejo que el de estas últimas. Lo básico para obtener una mejora en las condiciones sociales de cada país que pueda contribuir a incrementar la disponibilidad de alimentos es, sin duda, la educación.

Pero una educación integral que junto con los aspectos prácticos y positivos necesarios para aplicar en el desarrollo de la vida vegetativa del hombre, trate de formar una personalidad superior y ética que genere su responsabilidad social. Porque tampoco es ético, aún para la ley natural, ofrecer a este mundo hijos que responsablemente no se puedan atender en sus necesidades mínimas y desinteresarse o pretender que alguien se ocupe de este menester, así como otros aspectos negativos que origina la falta de este tipo de educación.

Sólo el conocimiento y la ex-

periencia razonada, que surja de la educación antedicha, puede conducir al establecimiento de normas de convivencia y ordenamiento interno que permitan el desarrollo de una comunidad productiva. Si se considera que en América Latina existen países en los que la expectativa de vida humana es de 35 y 45 años, en los cuales el analfabetismo llega a 95 y 85 % respectivamente y tienen ya carencias notables de alimentos, se puede apreciar cuán grande será el esfuerzo que habrá que hacer para conseguir un desarrollo positivo de esos pueblos en el futuro.

En este aspecto también será indispensable el concurso generoso de la comunidad mundial, con el convencimiento de que todo lo que se haga por tales países en forma indirecta será un beneficio para toda la comunidad mundial y por otra parte, que el problema es muy serio y el tiempo breve para actuar eficazmente.

Del análisis que se ha efectuado se puede extraer, como conclusión final, que la producción de alimentos suficientes para el desarrollo humano, tanto en América Latina como en otros continentes de la tierra, depende de factores físico-biológicos que se conocen bien y se pueden manejar favorablemente, pero al mismo tiempo de factores económico-sociales que dependen de normas de ética internacional e individual, de más difícil control y que, si para éstos no se encuentran mecanismos de superación, llegará el año 2000 con silos repletos de granos, pastizales y prade-

ras cargadas de ganado, bibliotecas llenas de libros y trabajos sobre cómo producir más y mejor y tres cuartas partes de la población mundial con hambre y desnutrición, sumidos en la desintegración social.

AGRADECIMIENTOS

Debo expresar mi reconocimiento a la señorita Mirta M.

Rabadán, por su colaboración en los cálculos realizados, preparación de las ilustraciones y mecanografía del presente trabajo; a la señorita Edith I. di Neubourg, por la revisión y sugerencias recibidas en la preparación del manuscrito y a la señorita Roxana Moltrasio, por su asistencia en la bibliografía.

BIBLIOGRAFIA

- BAZILIEVICH, N. I. y RODIN, L. E. Kartosjemy produktivnosti i biologicheskogo krugovorota glavnieiishij tipov rastitiellnosti sushi zemli (Mapa esquemático de la productividad y ciclo biológico de los principales tipos de vegetación de la Tierra). Izv. Geogr. ova SSSR № 3.
- BUDYKO, M. I. (Pod. red); 1963. Atlas tieplovogo balansa zemnogo shara (Atlas del balance calórico del globo terrestre). Meyvedomstviennii Geofizicheskii Komitet, M.
- BUDYKO, M. I.; 1971. Klimat i yiziñ (Clima y vida). 472 p. Gidromeot. Izdat, L.
- BUDYKO, M. I.; GANDIN, L. S. y EFIMOVA, N. A.; 1966. Vlianie klimaticheskij faktorov na produktivnosti ratitielnogo pokrova (Influencia de los factores climáticos en la productividad de la cubierta vegetal). Sb. "Sovremenie problemi klimatologii". Gidrometeoizdat, L.
- BUDYKO, M. I. y EFIMOVA, N. A.; 1968. Ispollzovanie solnechnoi energii prirodim rastitiell nim pokrovom na territorii SSSR (Aprovechamiento de la energía solar por la cubierta de vegetación natural en el territorio de la URSS). Botanicheskii yurnal. T. 23, № 10.
- BUHRING, P.; VAN HEEMST, H. D. J. y STARING, G. J.; 1975. Landbouwhogeschool, Wageningen (Netherlands). Afdeling tropische Bodemkunde. "Computation of the absolute maximum food production of the world." Wageningen (Netherlands). Landbouwhogeschool. Jan. 1975, 59 p. summary (Inglés; 57 Ref.
- CHANG, J. H.; 1968. The agricultural potential of the humid tropics. Geographical Review, vol. 58, pp. 333 - 61.
- CHANG, J. H.; 1970. Potential photosynthesis and crop productivity. Potential photosynthesis (fotocopia). University of Hawaii, Honolulu.
- DAVIDSON, J. L. y PHILIP, J. R.; 1958. Light and pasture growth. Division of plant industry CSIRO. Deniliquin, NSW, Australia. UNESCO. Arid zone research - XI. Climatology and microclimatology Proceedings of the Canberra Symposium.
- EFIMOVA, N. A.; 1965. Raspredeliene fotosinteticheskoi aktivnoi radiatzii na territorii Sovetskogo Soiuza (Distribución de la radiación fotosintéticamente activa en el territorio de la Unión Soviética). Trudy G G O, Vyp - 179 p.
- FAO-OMS; 1973. Informe de un Comité Especial Mixto, FAO-OMS de Expertos. informe técnico № 677. Ginebra.
- FAO; 1978. Anuario FAO de producción, vol. № 31. Colección FAO: Estadística № 15, 291 p., Roma.
- FAO; 1981. Informe del proyecto de zonas agroecológicas. Metodología y resultados para América del Sur y Central. Vol. 3, 253 p., Roma.
- FAO; 1982. Anuario FAO de producción, vol. № 35. Colección FAO: Estadística № 40, 306 p., Roma.
- GAASTRA, P.; 1969. Photosynthesis of crop plant as influenced by light, carbon dioxide, temperature, and stomatal diffusion resistance. Medelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen, vol. 59, pp. 1 - 68.
- GANDIN, L. S.; MENDELIN, G. V. and USOV, V. B.; 1969. Raschiet Vlianiia meteorologicheskij i oklimaticheskij faktorov na fotosintez s pomoshiu elektronoi vichistellnoi mashini (Cálculo de la influencia de los factores meteorológicos y bioclimáticos sobre la fotosíntesis). En: Obshie teoroticheski problemy biologicheskoi produktivnosti. Izd. "Nauka". Leningrado.
- LIETH H.; 1975. Modeling the primary productivity of the world, en "Primary productivity of the biosphere" p. 237, 263. Edited by Helmut Lieth and Robert H. Whittaker.
- LOOMIS, R. S. y WILLIAMS, W. A ; 1963. Maximun crop productivity: an estimate. Crop Science, vol. № 3, p. 67, 72.

- NACIONES UNIDAS (UNITED NATIONS); 1980 y 1981. Demographic Yearbook.
- NOFFSINGER, T. L.; 1962. World population and maximum crop yield. Land study bureau, Univ. of Hawaii 14, Honolulu, Hawaii. Biometeorology Proc. of the 2nd Intern. Bioclimatological Congress. London, Pergamon Press (fotocopia).
- OEA; 1981. Boletín estadístico de la OEA. Vol. 3, Nº 1-2, Enero-Junio.
- PENMAN, H. L.; 1971. Water as a factor in productivity. Rothamsted experimental station, Harpenden, Hertfordshire, en "Potential crop production", p. 89-99. Edited by P. F. Wareing and J. P. Cooper, by Heinemann Educational Books limited.
- RIQUIER, J.; BRAMAO, D. H. y CORNET, J. P.; 1970. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity (First Approximation). FAO, Agl. Tesr. 70/6.
- RIQUIER, J.; 1972. A mathematical model for calculation of agricultural productivity in terms of parameters of soil and climate. Director of research Orstom (Paris) and technical officer, FAO - AGL:MISC /72/14. Sep., 9 p. (mimeog.).
- THOMAS, M. D. y HILL, G. R.; 1949. Photosynthesis under field conditions, en: J. Franck and W. E. Loomis, Ed. Photosynthesis in plants. Iowa State College Press. AMES.
- THORNE, G. N.; 1971. 9. Physiological factors limiting the yield of arable crops. En: Potential crop production, por P. F. Wareing y J. P. Cooper (eds.). Heinemann Educational Books. London, p. 387.
- WIT, C. T. de; 1959. Potential photosynthesis of crop surfaces. Neth J. Agric. Sci., vol. 7, p. 141-149.